

Analisis Keandalan *Mechanical Press Shearing Machine* di Perusahaan Manufaktur Industri Otomotif

Abdurrahman Yusuf¹, Anda Iviana Juniani² dan Dhika Aditya P.³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Desain dan Manufaktur, Jurusan Teknik Pemmesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

E-mail : abdurrahman.yusuf1994@gmail.com

Abstrak

Perusahaan Manufaktur Industri Otomotif adalah perusahaan yang berfokus pada bidang engineering dan pembuatan produk massal untuk industri otomotif berupa *clip spring*, *specer*, *pin washer* dan produk penunjang otomotif lainnya. Data *breakdown* yang dimiliki oleh perusahaan menunjukkan bahwa mesin *mechanical press shearing* sering mengalami kerusakan saat beroperasi. Hal inilah yang dijadikan sebagai dasar dipilihnya mesin *mechanical press shearing* sebagai objek penelitian.

Perhitungan keandalan digunakan untuk mengetahui tingkat peluang kegagalan yang muncul pada mesin *Mechanical Press Shearing*. Analisis kualitatif pada penelitian ini menggunakan *Failure Modes Effects and Analysis* (FMEA) dan *Functional Block Diagram* (FBD). FMEA digunakan untuk mengidentifikasi jenis kegagalan dan efek yang ditimbulkan. Pembuatan FBD digunakan untuk mengetahui proses kerja mesin.

Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai *Reliability* pada $T=2312$ jam dari periode waktu tahun 2017 untuk tiap-tiap komponen mesin *Mechanical Press Shearing* adalah sebesar 49% untuk *Failure Mode* tuas kopling macet; 55% untuk *failure mode spring* kendur; 98% untuk *failure mode* rotor rusak; 60% untuk *failure mode* roda gigi rusak; 39% untuk *failure mode blade* aus, 49% untuk *failure mode setting height* tidak tepat; 39% untuk *failure mode spring* renggang; 18% pada *failurer mode valve* macet; 62% pada *magnetic contactor*.

Keywords : *Breakdown, Reliability, FMEA, FBD, Mechanical Press Shearing*

1. PENDAHULUAN

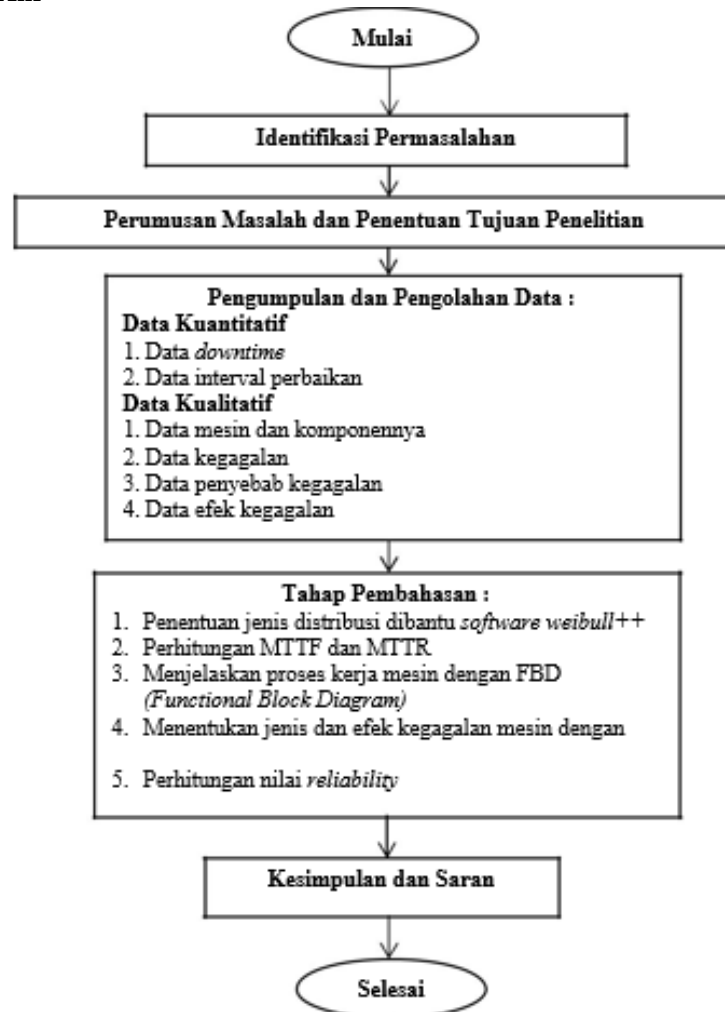
Perusahaan manufaktur Industri Otomotif adalah perusahaan yang berfokus pada bidang engineering dan pembuatan produk massal untuk industri otomotif berupa *clip spring*, *specer*, *pin washer* dan pipa klip. Mesin-mesin yang paling sering terlibat dalam proses pembuatan produk-produk ini adalah mesin *punch*, mesin *bending*, mesin *tap* dan mesin gerinda. Sebagai *sample*, data *demand* yang dimiliki oleh perusahaan pada periode bulan oktober tahun 2016 adalah sebanyak 160 jenis dengan jumlah mencapai 457.819 pcs. Dikarenakan banyaknya jenis produk yang harus diproduksi oleh mesin-mesin tersebut maka mesin-mesin produksi di perusahaan ini memiliki waktu kerja yang cukup tinggi.

Dalam analisis keandalan dari sebuah sistem biasanya diasumsikan bahwasanya bahaya atau tingkat kegagalan yang muncul berdasarkan waktu mengikuti bentuk dari kurva *bath-tub* (Dhillon,2002). Dengan kata lain, suatu mesin yang digunakan terus menerus maka secara teori akan mengalami peningkatan dari segi jumlah kegagalan yang akan dialaminya. Tidak terkecuali mesin *Mechanical Press Shearing* yang terdapat pada perusahaan manufaktur industri otomotif yang juga memiliki jam operasional yang tinggi. Sebagaimana keandalan didefinisikan sebagai probabilitas suatu benda untuk bekerja sesuai dengan yang diinginkan dalam periode waktu yang telah ditentukan ketika digunakan dan dalam kondisi yang telah ditentukan secara spesifik (Dhillon,2002), maka perhitungan *Reliability* akan memberikan referensi bagi perusahaan mengenai performa mesin produksinya. Konsep *Reliability* melibatkan metode statistik. Melalui pengukuran ini, perusahaan memiliki gambaran terhadap kondisi peralatan yang dimiliki, sehingga mampu memprediksi perlakuan terhadap peralatan tersebut.

Permasalahan yang timbul adalah belum dilakukannya analisis terkait nilai *Reliability* dari mesin *Mechanical Press Shearing* di perusahaan manufaktur industri otomotif dan bagaimana pentingnya mengetahui nilai *Reliability* pada mesin tersebut. Penelitian ini ditujukan untuk mengetahui jenis kegagalan dan efek yang ditimbulkan serta nilai *Reliability* dari mesin *Mechanical Press Shearing*. Pada penelitian ini nilai *Reliability* dihitung pada nilai $T=2312$ jam, yang didapatkan dari perhitungan jam kerja aktif pada tahun 2017. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan referensi pada perusahaan terkait nilai *Reliability* yang dimiliki oleh mesin dan bagaimana memanfaatkan data nilai tersebut untuk memperbaiki performa mesin.

2. METODOLOGI

2.1. Diagram Alir



Gambar 2.1 Diagram Alir penelitian

2.2. Formula Matematis

2.2.1. Fungsi Keandalan

Fungsi dari suatu benda didapatkan dari persamaan (Dhillon,2002) :

$$R(t) = 1 - F(t) = 1 - \int_0^t f(t)dt \quad (2.1)$$

Dimana,

$R(t)$ = keandalan pada waktu t

$F(t)$ = fungsi kumulatif distribusi

$f(t)$ = fungsi densitas kegagalan

$\lambda(t)$ = tingkat bahaya

2.2.2. Mean Time to Failure (MTTF)

MTTF adalah waktu rata-rata selama kerusakan terjadi, yang secara umum didefinisikan sebagai berikut (Kurniawan,2013):

$$MTTF = \int_0^{\infty} R(t) dt \quad (2.2)$$

2.2.3. Distribusi Peluang dalam keandalan sistem

a. Distribusi eksponensial

MTTF pada distribusi ini secara matematis dirumuskan (Dhillon,2002) :

$$MTTF = \int_0^{\infty} e^{-\lambda t} dt \quad (2.3)$$

b. Distribusi Weibull

MTTF pada distribusi ini secara matematis dirumuskan (Dhillon,2002) :

$$MTTF = \int_0^{\infty} e^{-\lambda t} dt \quad (2.4)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Rekap Perhitungan Distribusi Jenis Kegagalan

Pada tahap ini data *breakdown* yang telah diolah dimasukkan pada *software Weibull++* untuk mendapatkan nilai nilai distribusi probabilitas dari tiap-tiap kegagalan, Tabel 3.1 merupakan hasil rekap nilai distribusi dari kegagalan-kegagalan tersebut.

Tabel 3.1 Rekap perhitungan nilai distribusi dari masing-masing kegagalan

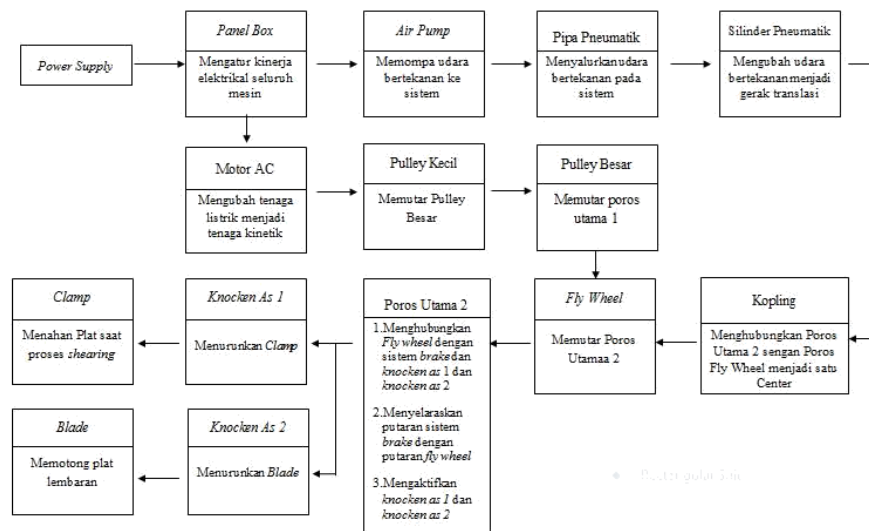
| <i>Failure Mode</i> | Keterangan | Distribusi | β | η | λ |
|-----------------------------------|------------|----------------------|---------|----------|-----------|
| Tuas Kopling macet | TTF | <i>Exponential 1</i> | | | 0,0003 |
| <i>spring</i> kendur | TTF | <i>Weibull 2</i> | 1,1692 | 3677,765 | |
| rotor rusak | TTF | <i>Weibull 2</i> | 6,0389 | 4776,778 | |
| roda gigi rusak | TTF | <i>Weibull 2</i> | 5,842 | 2594,676 | |
| <i>blade</i> aus | TTF | <i>Exponential 1</i> | | | 0,0004 |
| <i>setting height</i> tidak tepat | TTF | <i>Exponential 1</i> | | | 0,0003 |
| <i>spring</i> renggang | TTF | <i>Weibull 2</i> | 2,2946 | 411,0208 | |
| solenoid macet | TTF | <i>Weibull 2</i> | 1,0855 | 1439,282 | |
| <i>magnetic contactor</i> rusak | TTF | <i>Weibull 2</i> | 1,2119 | 4276,335 | |

b. Perhitungan MTTF

Perhitungan nilai MTTF dan digunakan untuk mengetahui nilai rata-rata pada masing-masing *Failure Mode*. MTTF merupakan nilai rata-rata kemunculan kejadian kegagalan. Hasil perhitungan MTTF untuk tiap-tiap komponen adalah sebagai berikut; 3333,33 jam untuk *Failure Mode* tuas kopling macet; 3483,72 jam untuk *Failure Mode spring* kendur; 4433,17 jam untuk *Failure Mode* rotor rusak; 2403,57 jam untuk *Failure Mode* roda gigi rusak; 2500 jam untuk *Failure Mode blade* aus; 3333,33 jam untuk *Failure Mode setting height* tidak tepat; 364,117 jam untuk *Failure Mode spring* renggang; 1395,02 jam untuk *Failure Mode solenoid* macet; 4012,46 jam untuk *Failure Mode magnetic contactor* rusak.

c. Functional Block Diagram

Untuk mendiskripsikan dan menjelaskan bagaimana mesin bekerja, dibuatlah diagram seperti yang ditunjukkan oleh gambar 3.1, sehingga mempermudah untuk memahami proses kerja mesin *Mechanical Press Shearing*.



Gambar 3.1 *Functional Block Diagram* mesin *Mechanical Press Shearing*

d. *Failure Mode Effects and Analysis*

Setelah dilakukan analisis kualitatif pertama yakni pembuatan FBD, selanjutnya dibuatlah tabel FMEA untuk mengetahui jenis kegagalan dan efek yang ditimbulkan oleh kegagalan tersebut. Contoh hasil analisis FMEA pada komponen mesin adalah seperti yang ditunjukkan oleh Tabel 3.2 – 3.3 dibawah ini

Tabel 3.2 FMEA komponen yang mengalami kegagalan

| Komponen | Function | Function Failure | Failure Mode | Failure Effects |
|--------------------|--|--|-----------------------------------|--|
| Kopling | Menghubungkan poros utama 2 dan poros fly whee | Tidak dapat menghubungkan poros utama 2 dengan poros fly wheel | Tuas kopling macet | Kopling tidak dapat menjadikan center poros dan fly wheel satu garis |
| | | | Spring kendur | Tuas kopling tidak dapat tertarik |
| Rotor | Jalur fluks magnet yang dibangkitkan oleh kumparan | Tidak timbulnya fluks pada kumparan | Rotor rusak | motor tidak bekerja |
| Roda Gigi | Memutar <i>fly wheel</i> | Tidak dapat memutar <i>fly wheel</i> | Roda gigi cacat / rusak | Gaya putar pada <i>fly wheel</i> berkurang |
| Blade | Memotong plat lembaran | Tidak memotong plat dengan sempurna | Mata pisau cacat / mata pisau aus | Roda Gigi |
| Clearance Adjuster | Memposisikan jarak potong | Tidak dapat memposisikan jarak potong | Setting tidak tepat | blade tidak memotong plat |

Tabel 3.3 FMEA komponen yang mengalami kegagalan

| Komponen | Function | Function Failure | Failure Mode | Failure Effects |
|---------------------------|---|---|---------------------------------|---|
| Spring | Menahan sistem brake | Tidak dapat menahan sistem brake | Spring renggang | kehilangan kendali pada pengereman (<i>loss</i>) |
| Solenoid | Menyalurkan <i>supply</i> pada bagian <i>output</i> | Tidak dapat menyalurkan <i>supply</i> udara pada bagian <i>output</i> | Solenoid macet | Sistem pneumatik tidak berfungsi / <i>valve</i> macet |
| <i>Magnetic Contactor</i> | Mengendalikan daya pada <i>supply</i> | Tidak dapat mengendalikan daya pada <i>supply</i> | <i>Magnetic contactor</i> rusak | motor pun tidak memiliki <i>supply</i> untuk bekerja |

e. Perhitungan *Reliability*

Nilai *T* yang digunakan merupakan periode waktu kerja aktif selama tahun 2017 sebagai *sample*, dengan detail hari kerja aktif 5 kali dalam seminggu dan setengah hari pada hari sabtu. Sehingga *T* yang digunakan adalah sebesar 2312 jam. Hasil perhitungan nilai *reliability* pada tiap komponen yang mengalami kegagalan adalah sebagai berikut; adalah sebagai berikut; 49% untuk *Failure Mode* tias kopling macet; 59% untuk *Failure Mode* spring kopling kendur; 98% untuk *Failure Mode* rotor rusak; 60% untuk *Failure Mode* roda gigi rusak; 39% untuk *Failure Mode* Blade aus; 49% untuk *Failure Mode* setting height tidak tepat; 18% untuk *Failure Mode* spring renggang; 18% untuk *Failure Mode* valve macet; dan 62% untuk *Failure Mode* Magentic contactor rusak.

4. KESIMPULAN

Dari hasil analisis didapatkan bahwa:

- Hasil analisis FMEA yang ada pada Tabel 3.2 – 3.3 menunjukkan jenis kegagalan dan dampak yang ditimbulkan oleh tiap kegagalan yang muncul pada mesin *Shearing* tersebut.
- Nilai *Reliability* dari masing-masing komponen adalah sebagai berikut; 49% untuk *Failure Mode* tias kopling macet; 59% untuk *Failure Mode* spring kopling kendur; 98% untuk *Failure Mode* rotor rusak; 60% untuk *Failure Mode* roda gigi rusak; 39% untuk *Failure Mode* Blade aus; 49% untuk *Failure Mode* setting height tidak tepat; 18% untuk *Failure Mode* spring renggang; 18% untuk *Failure Mode* valve macet; dan 62% untuk *Failure Mode* Magentic contactor rusak.

5. DAFTAR NOTASI

| | | | |
|-----------|------------------------------|----------|----------------------|
| TTF | : Time to Failure (jam) | η | : Scale Parameter |
| TTR | : Time to Repair (jam) | β | : Shape Parameter |
| MTTF | : Mean Time To Failure (jam) | σ | : Standar Deviasi |
| MTTR | : Mean Time to Repair (jam) | γ | : Location Parameter |
| λ | : Hazard Rate | | |

6. DAFTAR PUSTAKA

- Dhillon, B.S. (2002). *Engineering Maintenance A Modern Approach*. USA: CRC Press.
 Elsayed, A.E. (2012). *Reliability Engineering*. USA: John Wiley & Sons.
 Kurniawan, F. (2013). *Manajemen Perawatan Industri*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
 Lewis, E.E. (1987). *Introduction to Reliability Engineering*. USA: John Wiley & Sons.

Moubray, J. (1997). *Reliability Centered Maintenance 2nd Edition*. New York: Industrial Press Inc. Yusuf, A. (2017). *Penentuan Interval Perawatan Mesin Mechanical Press Shearing dengan Metode RCM di PT.X*